

지역별 의료 자원의 성과 효율성 분석

장 인 수
(한국보건사회연구원)

권 대 영
(서울대학교)

김 흥 석*
(서울대학교)

의료자원의 임상적 성과를 파악할 수 있는 방법을 제안하기 위하여 본 연구는 확률변경분석과 맘퀴스트 생산성 지수를 통해 지역별 의료자원 투입이 연령 표준화 사망률에 미치는 영향을 분석하였다. 지금까지 보건 의료 부문 효율성 관련 선행연구가 의료자원을 활용하는 기관의 운영 효율성에 초점을 두었다면, 본 연구는 거시적 측면에서의 임상적 성과 효율성에 초점을 두었다. 의료자원을 효과적으로 투입하여 건강 수준을 향상시키는 것은 일종의 성과 측면의 효율성으로 이해할 수 있으며, 이는 보건 의료 부문의 재정적 지속가능성을 효과 측면에서 파악할 수 있다는 데 그 의미를 찾을 수 있다. 이에 2006~2013년, 우리나라 16개 시도를 분석의 범위로 하고, 의사 수, 전문의 수, 병상 수, 수술 수와 연령 표준화 사망률을 투입하고, 확률변경분석과 맘퀴스트 생산성 지수 분석을 수행하였다. 이때, 횡단면, 시계열 자료가 복합되어 있는 자료의 구조를 고려하기 위해 패널확률변경분석 및 맘퀴스트 생산성 지수를 각각 적용하였다. 두 분석모형 모두 의료자원의 기술적 효율성이 산출물 생산에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구에서 시도한 확률변경분석과 맘퀴스트 생산성 지수를 사용하여 지역별 의료자원의 성과 측면을 고찰하는 것은 의료자원의 최종적 목표인 임상적 측면에서의 건강 성과를 효율적으로 판단한다는 데 그 특징이 있다. 분석결과를 바탕으로 각 지역별 의료 자원의 성과적 효율성이 어떻게 나타나고 있는지 파악할 수 있으며, 공급 측면의 비용 절감을 위한 정책 방향을 제시할 수 있다는 점에서 본 연구의 의의가 있다고 할 것이다.

주요 용어: 확률변경분석, 맘퀴스트 생산성 지수, 연령 표준화 사망률, 의료 자원, 패널 데이터

* 교신저자: 김흥석, 서울대학교(briankim66@snu.ac.kr)

■ 투고일: 2017.4.30 ■ 수정일: 2017.8.10 ■ 게재확정일: 2017.9.13

I. 서론: 연구의 배경 및 목적

인구 고령화에 따른 의료비 지출 증가는 의료자원의 성과 및 효율성의 문제와 긴밀히 닿아 있는 것으로 해석할 수 있다(Karpa et al., 2014). 효율성은 통념적으로 주지하고 있는 바와 같이 투입 대비 산출의 비로 판단하여, 전자에 비해 후자가 높으면 효율성이 높고, 그렇지 않으면 효율성이 낮다고 판단하는 것이다. 주목할 만한 점은 이미 두루 논의되어 온 의료비 지출의 재정적 지속가능성(financial sustainability)(Thomson et al., 2009; Kang et al., 2012; 오윤섭 등, 2015; 신영석 등, 2011; 이은경, 2013 등)이 두 부문 간 관계성을 규명하는 데 연결 고리로 이해할 수 있다는 점이다. 즉, 비약적 의료기술의 발전, 건강보험 체계의 개선과 함께 인구 구조의 거대한 변화는 의료비 지출의 급격한 증가와 이로 인한 재정적 지속가능성 문제가 사회적 당면 과제로 급부상할 수 있었던 영향 요인으로서 작용하였다고 해석할 수 있다. 이러한 사회적 당면 과제를 해결하기 위한 효과적 대응 방안으로서 의료보험, 건강보험 체계에 대한 비약적 개선이 꾸준히 이루어졌음에도 불구하고, 아직까지 의료자원의 접근 불균형 문제는 여전히 비효율적인 자원 배분의 문제이자 재정적 지속가능성을 저해하는 요인으로서 지적될 수 있다. 불균형 문제가 재정적 지속가능성 저해의 원인 측면에서 지적될 수 있는 근거는 의료 서비스에 대한 접근성을 결정하는 요인으로서의 이용 가능성(availability)(Bodenheimer et al., 2009)이 낮은 경우, 불균형 문제를 야기하는 가장 주요한 원인 중 하나로 지적되는 동시에, 결과적으로 재정적 비효율성을 야기할 수 있기 때문이다. 즉, 이용 가능성 저해는 공급자, 수요자에 대하여 공히 비용, 서비스 수요 측면에서의 비효율성을 야기하게 되는데, 수급 불일치로 인한 비용 측면의 비효율성과 함께, 적시적 소에서의 의료 서비스가 원활히 이루어지지 못하는 이른바 수요 측면의 비효율성이 바로 그것이다. 의료 자원의 지역적 불균형에 대한 지금까지의 연구는 지역적 편중에 초점을 두어 불균형 문제의 심각성을 관찰하는 것에 초점을 두고 있었으며, 불균형을 결정하는 요인에 주목하는 경향을 보인다. 즉, 이들 논의는 의료자원 접근성 제한에 따른 의료 서비스 수급의 형평성 측면에 초점을 둔 것으로 요약할 수 있다(Zhang et al., 2005, Lopez-Casasnovas et al., 2005; Marmot, 2005; 오영호, 2003; 오영호 등, 2007; 오영호, 2008a; 오영호, 2008b; 박경돈, 2012 등).

한편, 의료 서비스의 주된 수단으로서 이해되는 의료 자원의 효율성이 어떻게 형성되

고 있는지에 대한 물음을 지역별 편중의 문제와 결부시켜 보면, 과연 각 지역별로 의료 자원이 과연 어떻게 효율성을 창출하고 있는지, 지역별로 효율성 창출 정도에 차이가 발생하고 있는지를 명확하게 실증하는 이른바, 지역별로 배분되어 온 의료 자원 성과의 효율성을 분석하는 과정 역시 중요한 접근으로 이해된다. 이는 다음과 같이 세 가지 측면에서 그 의미를 찾을 수 있다. 첫째, 앞서 논의한 인구 고령화, 의료비 지출, 그리고 이들이 야기하는 보건 의료 부분의 재정적 지속가능성, 그리고 이러한 배경에 자리 잡고 있는 의료자원의 지역 편중 문제에 대하여 추가적으로 어떻게 접근하여야 할 것인지에 대한 설명적(explanatory) 전제 조건을 충족시킬 수 있다는 점이다. 의료자원의 양적, 질적 성장으로 대변되는 거시적 보건 의료 환경 변화를 고려할 때, 의료자원의 이용 가능성 차이에 따른 형평성 문제만으로는 의료자원의 효율적 배분 문제를 심도 있게 해석하기 어렵다. 의료 자원의 공급을 판단하고 적용하는 다양한 기준에 각 지역별로 다르게 나타나는 성과 효율성을 추가적으로 고려한다면, 의료자원의 공급 측면에서의 비용 절감을 충분히 모색할 수 있는 근거를 가지게 된다. 이에, 수요 측면에 치우친 관점을 보완하여 수요와 공급 측면을 함께 고려한 접근이 요구되는 것이다. 둘째, 이들 문제에 대하여 보다 심도 있게 논의할 수 있는 배경과 함께, 어느 한 측면에 국한되지 않고 다양한 관점을 포괄한다는(envelop) 점이다. 지역별 의료 자원의 기술적 효율성에 대한 심도 있는 탐색적 고찰은 시간적, 공간적, 효율성 정합성을 복합적으로 함께 견지한다는 점에서 의의가 있다고 판단된다. 시간적 정합성은 급변하고 있는 인구 구조의 변화와 함께, 지속적으로 증가하고 있는 의료 자원의 양적 팽창을 시계열적으로 고려하는 것이며, 공간적 정합성은 의료자원의 공급 추이를 지역별로 구분하여 관찰해 보는 것이다. 마지막으로 효율성 정합성은 보건 의료 부분의 효율성을 측정하기 위한 방법으로서 두루 적용되어 온 생산함수의 프레임(production function frame)(Ogloblin, 2011)을 바탕으로 투입된 의료자원이 의료 성과로 대변되는 산출물에 어떠한 영향력을 미치고 있는지, 파악하는 것이다.

이때, 반드시 고찰하여야 할 점은 과연 의료 자원의 효율성을 측정 혹은 판단할 수 있는 수단, 바꾸어 말하면 효율성을 판단하는 기준이 무엇인지에 관한 것이다. 보건의료 부문에서의 지역별 의료자원의 생산성에 관하여 분석한 오영호 등(2007), 조재영 등(2014)은 병원 재원 일수, 의료비, 방문횟수, 입원 진료 병상 수 등을 산출변수로 투입하여 생산성을 판단할 수 있는 수단으로서 적용한 바 있다. 이러한 선행연구의 논리 역시

앞서 논의한 의료자원의 지역 편중 문제와 의료 자원 이용 가능성과 같은 형평성 간 관계를 견지한 것으로 판단되는데, 보건의료 자원 투입 대비 진료량, 진료 강도 등의 관계는 수요 측면에서의 의료 서비스 이용 가능성이 증가한 것, 반대의 관점에서는 공급 측면에서의 서비스 제공 능력(service provide capacity) 증가로 해석할 수 있기 때문이다.

조금 다른 관점을 견지하면, 의료자원이 배분, 투입됨으로서 발생하는 건강 수준의 향상을 산출물 변화로 볼 수 있다. 즉, 건강 수준을 향상(악화)시키는 데 기여한 정도를 “생산성이 증가(감소)하고 이로 인해 효율성이 증가(감소)한 것”으로 해석할 수 있다. 이러한 맥락에서 의료 자원의 효율성을 측정하는 산출물로서 건강 조정 기대 수명(HALE)이 적용된 것(Karpa et al., 2014)은 의료자원이 어떠한 조합을 바탕으로 건강 수준에 어떠한 영향을 미쳤는지를 파악하였다는 점에서 이러한 논의와 그 궤를 같이 한다고 하겠다. 사망률 자료 역시 기대 수명과 밀접한 관련이 있으며, 더 나아가 자료의 특성 상 쉽게 구득이 가능하고, 객관적 정보를 담고 있다(박경애, 2003)는 점에서 의료 자원 투입의 최종 목적이라고 할 수 있는 건강의 변화를 의료자원의 성과적 측면에서의 효율성을 측정하는 산출물로서 좋은 특성을 지니고 있다고 하겠다. 특히 연령 표준화 사망률은 연령의 효과를 제거함으로써, 지역 간 건강 수준을 비교하는 데 있어 적합한 변수로서 이해된다.

지금까지의 논의에 따라, 본 연구는 지역별 의료자원의 일정 기간 동안의 배분 내지는 분포가 연령 표준화 사망률에 어떠한 영향을 미쳤는지, 기술적 효율성을 관찰할 수 있는 계량적 모형을 적용하여 살펴보고자 한다. 이를 위해 본 연구는 이후 살펴볼 확률변경분석(SFA: Stochastic Frontier Analysis)과 맘퀴스트 생산성 지수(MPI: Malmquist Productivity Index)를 고찰하고, 연구의 목적에 맞게 이를 수정하여 적용한다. 본 연구는 의료자원의 지역별 편중으로 인한 접근성 측면의 형평성 문제에 국한되지 않고, 기술적 효율성의 격차를 바탕으로 하여 의료자원 배분 및 조합의 상대적 비교를 수행하고자 한다. 이에 본 분석결과는 지역별 차이가 존재하는 의료 자원 배분이 건강 수준에 미치는 영향력이 각기 다르기 때문에 발생하는 효율성 차이에 기인한 적정 공급 수준 등의 의사 결정 등에 도움이 될 수 있을 것으로 보인다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서 보건 의료 부문에서의 효율성 및 생산성을 정의하는 기존의 문헌과 연구의 내용 및 본 연구의 방법인 확률변경분석, 맘퀴스트 생산

성 지수를 적용한 연구 역시 고찰한다. 3장에서는 실증분석을 위한 단계로서 분석 범위 및 자료, 방법에 대하여 언급한다. 이후 4장에서는 변수의 기술통계량을 비롯하여 각 방법을 적용하여 도출된 분석결과를 바탕으로 심도 있는 논의를 수행하며, 5장에서 연구의 내용을 요약, 제시함과 동시에 정책 함의 및 한계점을 제시한다.

II. 이론적 배경 및 선행연구 고찰

1. 보건 의료 부문에서의 효율성, 생산성

보건경제학의 구성 요소로서의 성과(outcomes)는 크게 경제적 성과, 임상적 성과, 심리사회적 성과로 나눌 수 있으며(김철민, 2009), 건강 생산은 보건 의료 투입에 대한 건강 산출로 표현된다(Folland et al., 2010). 보건 의료 부문에서의 효율성 개념은 크게 두 가지로 구분되어 있는 것으로 보인다. 앞서 논의한 바와 같이 의료 자원을 일종의 자원으로 보고, 이를 어떻게 이용하고 있는지에 대한 관점에서 생산성을 정의하고 이의 생산성에 대한 효율성을 정의하는 이른바 운영(management) 측면의 관점과, 산출물을 의료 자원을 생산함수의 투입 요소로 보고 의료 자원 투입에 의해 발생하는 결과적 산물 내지는 산물의 변화이거나 의료 자원이 원인적 요인이 되어 결과적으로 건강 수준을 변화시키는 것을 산출물, 생산성으로 보고 이의 효율성을 논하는 것이 바로 그것이다. 이를 심도 있게 논의하기 위해서는 먼저 효율성(efficiency)와 생산성(productivity)의 정의에 대해 각각 고찰할 필요가 있다고 판단된다.

먼저 효율성을 요연하게 정리하는 것은 쉽지 않은 것으로 이해되는데, 이는 능률성 내지는 효과성, 및 효과성과 능률성을 합친 개념인 생산성으로 보는 다양한 견해가 존재하기 때문이다(정정길 등, 2011). 능률성은 비용 대비 산출의 개념이 필연적으로 수반되는 것으로 이해되는데, 이러한 배경 하에 앞서 서두에서 언급한 바와 같이 효과적인 자원 배분의 문제와 밀접한 관련이 있다. 능률성이 경제적 측면에서 비용 대비 성과가 어느 정도 나타나고 있는지에 초점을 두고 있다면, 효율성은 결과적 산물 중심의 효과성에 초점을 두고 있다고 할 수 있다(정정길 등, 2011; 정철현, 1998).

한편, 한국생산성본부의 정의에 따르면, 생산성은 제품 생산이나 서비스 제공에 있어 투입 대비 얼마만큼의 산출이 이루어졌는지 나타내는 지표로서 이해된다. 전자의 경우 지금까지의 논의한 생산성을 정의하는 관점이 운영 효율성을 전제하거나 혹은 생산성을 운영효율성과 동일시하고 있다는 점에서 후자와 분명한 차이점이 존재한다. 생산성이 운영 효율성(managerial efficiency)과 그 방향성이 동일하다는(유금록, 2003) 관점은 운영 효율성, 더욱 정확하게 말하면 운영 효율성을 대리하거나 계량화할 수 있는, 연구 모형에 투입한 산출변수를 생산성 내지는 산출물로 판단한다(유금록, 2003; 유금록, 2010; 조재영 등, 2014; 박성용 등, 2014). 이러한 관점은 운영 효율성이 최종 생산성이 될 수도 있지만, 그렇지 않을 수도 있다. 가령 앞서 살펴본 선행연구의 분석대상인 지역 내 보건소는 보건소 내 자원을 활용한 운영 효율성을 생산성으로 볼 수 있지만, 지역 주민들의 건강 수준의 향상을 생산성의 개념으로 적용할 수도 있기 때문이다. 비록 실증 분석의 공간적 범위는 다를 수 있지만, 외래 환자 수와 입원 환자 수(박성용 등, 2014) 역시 건강성과 등 의료자원이 영향력을 미치는 대상이 아니라 의료자원의 투입과 결합이 야기하는 운영 측면의 효율성을 판단하는 기준에 더 가까워 보인다. 한국생산성본부에서 정의하고 있는 효율성과 효과성 개념을 앞 사례에 다시 적용하면, 후자의 효율성은 건강 수준이 질적 측면의 성격을 내포하기 때문에 효과성에 오히려 가깝다고도 볼 수 있으나, 건강 수준을 양적으로 계량화시킬 수 있다면 분명히 효율성 개념이 적용된다고 할 것이다.

- 효율성: '최소의 투입으로 최대의 산출을 지향하는 양적 측면
- 효과성: '원하는 목표에 얼마나 도달했는가라는 질적 측면

자료: 한국생산성본부 홈페이지, <http://www.kpc.or.kr/Productivity/ProdIdea.asp>에서 2017.3.30. 인출.

한편, 의료자원에 대하여 후자의 관점을 적용한 연구는 양적으로 Karpa 등(2014)과 Ogloblin(2011)의 연구를 그 예로 들 수 있다. 이들은 공히 OECD 국가 간 건강 수준에 영향을 미치는 효율성, 비효율성 요인을 밝히기 위해 건강 조정 기대 수명(HALE)을 산출물로서 고려하였다는 점에서 그 공통점을 지닌다. 건강 조정 기대 수명은 OECD로부터 구득 가능하다는 점에서 가용성 측면의 용이성을 충족시킴과 동시에, 건강성과에

영향을 미치는 의료 자원의 기술적 효율성을 분석, 비교하기에 용이하다는 장점이 있다. 요약하면, 이들 연구의 의도가 기존의 연구가 대부분 운영 성과 측면에서의 산출물에 초점을 두고 있는 점을 보완하기 위해, 의료자원의 효과(effectiveness)를 관찰하기 위한 보건의료 부문의 변수를 산출변수(산출물)로서 고려하고 있다는 점에 그 특징이 있다 할 것이다. Karpa 등(2014)의 연구는 거시경제적 맥락(macroeconomic level)에서 OECD 내 각각의 국가를 분석의 범위로 설정하여, 의약의 발전과 그 궤를 같이 하는 보건산업 내에서 발견되는 혁신이 건강 수준을 향상시키는 데 있어 정(+)의 영향을 보이고 있음을 제시하였다. 더 나아가 이들은 언급한 의약 부문 특허(pharmaceutical patents), 의료 기술 특허(medical technologies patents) 등의 의료 부문 변수를 건강 성과 생산에 직접적으로 관여한다고 영향을 미치는 것으로 판단하여 모형에 투입하였다. 이는 보건의료 부문의 생산성, 일종의 효과성을 판단, 고찰하는 데 있어 생산함수의 형태와 형성 범위가 다양하게 이루어질 수 있음을 시사하는 것으로 해석할 수 있다. 지금까지의 논의를 종합하면, 보건 의료 부문에서 생산성 및 효율성을 논의한 연구는 주로 입원 발생률, 입원일, 방문횟수 등의 경제적 성과에 초점을 둔 것으로 볼 수 있다(김철민, 2009). 본 연구는 이환율, 사망률, 질병 발견율 등의 임상적 성과에 초점을 두고자 한다.

2. 확률변경분석

확률변경 생산 함수 모형(Stochastic Frontier Production Function Model)에 대한 Aigner et al.(1977)의 선구적인 이론적 정립이 이루어진 이래, 확률변경분석모형은 이미 다양한 분야에서 널리 적용되고 있으며, 생산함수의 개념을 적용한 기술적 효율성(technical efficiency)을 파악할 수 있는 유용한 방법론으로 이해되고 있다. 특히 자료포락분석(DEA: Data Envelopment Analysis)이 비모수적(non-parametric) 방법을 통해 모든 변수를 비효율성으로 간주하여 오차항이 야기하는 변수를 고려하지 않는 단점을 보완하여, 확률변경분석모형은 오차항이 야기하는 변수를 모형 내에서 고려함으로써, 오차항이 야기하는 비효율성을 제거하여 더욱 정확한 비효율성 요인을 도출할 수 있다는 장점이 있다(박노경, 2010).

특히 보건의료 부문에서의 확률변경분석모형은 앞서 논의한 바와 같이 보건 의료

자원 운영 측면과, 계량화된 건강 성과를 향상(영향)시키는 측면에서의 기술적 효율성을 파악하기 위하여 두루 적용된 바 있다(Karpa et al., 2014; J. Mendeiros et al., 2015; Ogloblin, 2011; R. Mutter et al., 2009; Izon et al., 2015; Goudarzi et al., 2014; Heimeshoff et al., 2016; 양동현 등, 2012). 전자의 특성을 지니고 있는 연구는 분석의 범위를 병원 등 의료자원 운영의 주체가 되는 기관으로 공히 선정하고 있다는 점에서 운영 효율성이라는 다루고 있다고 할 수 있다. 이러한 근거는 의료 자원 운영 후에 받을 수 있는 일종의 급부 성과가 결과물로 활용되는 공간적 특성에 기인한 바 크다. 더 나아가 건강 가치(health value)를 창출하는 데 있어 의료자원이 얼마나 중요한 것인지에 대한 통찰을 제공한다(Goudarzi et al., 2014)는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있을 것으로 보인다. 다만 앞서 언급한 바와 같이 Karpa 등(2014), Ogloblin (2011)의 연구는 분석의 공간적 범위가 일국이며, 국가 간 비교를 도모하기 위한 연구의 목적을 견지하고 있다는 점과 함께, 효율성을 바라보는 시각의 무게가 어느 쪽에 자리하고 있는지에 대해서도 분명한 차이가 있다.

지금까지 논의한 바와 같이 보건 의료 부문에서 확률변경분석을 적용한 여러 선행연구는 기술적 효율성 분석에 초점을 두고 있으나, 다양한 분야에서 기술변화를 포함한 생산성 분석에도 확률변경분석을 두루 적용한 것으로 보인다(Diaz & Sanchez, 2008; Pires & Garcia, 2012; 박선구 등, 2014; 유금록, 2009; 원구환, 1998; 조재영 등, 2014; 박성용 등, 2014 등). 이들 연구는 기술적 비효율성을 오차항으로 포함시켜, 여러 산업에 대한 생산성을 계량적으로 분석하였다는 특징이 있다. 특히 생산성을 측정하기 위한 산출변수로서 산업 및 기관의 매출액이나 수익, 이용객, 입원/외래환자 등 이용인원, 실적과 같이 운영 측면에 초점을 두고 있으며, 생산함수에서 기술 변화(진보)를 뜻하는 총요소생산성(TFP: Total Factor Productivity)를 관찰하고 있다.

3. 맘퀴스트 생산성 지수

맘퀴스트 생산성 지수(MPI: Malmquist Productivity Index)는 시점 간 생산성 변화를 평가하는 방법론(Asmild et al., 2004)으로, Caves 등(1982)의 연구를 시작으로 다양한 분야에서 효율성 또는 생산성 평가를 위해 사용되고 있는 비모수적 방법론이다. 본 연구에서 살펴볼 패널회귀모형 및 확률변경분석모형과는 달리 특정 생산함수를 가정하지

않고 거리함수에 기초해 투입요소에 대한 산출물의 지수를 활용하여 생산성 변화를 평가한다(박만희, 2008). 생산성 변화 평가를 위해 개발된 여러 모형 중 자료포락분석을 사용한 맘퀴스트 생산성 지수는 Färe 등(1994)에 의해 제안되었으며, 자료포락분석 효율성 점수(θ)를 통해 계산될 수 있다(Berg et al., 1992; Färe et al., 1994).

확률변경분석 모형과의 주된 차이점은 모형을 통해 측정된 생산성 변화(PC: Productivity Change)를 효율성 변화(EC: Efficiency Change)와 기술 변화(TC: Technical Change)로 분해할 수 있다는 것으로, 시간 경과에 따른 생산성 변화가 효율성 점수의 변화에 의한 것인지 또는 생산변경(production frontier)의 이동에 의한 것인지 살펴볼 수 있다는 것이다. 효율성 변화(EC)는 생산변경의 이동과 관계없이 각 시점에서의 생산변경을 이용해 계산된 효율성 점수의 차이를 이용하여 측정하고, 기술 변화(TC)는 기술 변화 및 규모의 경제 등과 같은 생산변경의 이동에 초점을 두어 측정한다(고길곤, 2017). 다시 말해 효율성 변화(EC)는 특정 개체가 각 시점의 생산변경으로부터 얼마나 떨어져 있는지를 바탕으로 측정되고, 기술 변화(TC)는 생산변경의 이동(확대 또는 축소)된 폭을 바탕으로 측정된다(이정동, 오동현, 2012)는 것이다.

본 연구에서 모수적(parametric) 방법론인 확률변경분석과 비모수적 방법론인 맘퀴스트 생산성 지수를 사용하여 생산성을 평가해 비교하고자 하는 이유는 각 방법론이 지닌 한계점을 극복하기 위함과 동시에 분석 결과를 통한 다양한 정보를 제공하기 위함에 있다. 확률변경분석을 통한 추정은 적어도 하나의 개체가 생산변경에 놓여 있음을 보장하지만, 경계(frontier)의 움직임(movement)에 대한 정보를 제공하지 않는다는 한계가 있다(Hollingsworth et al., 2003). 이에 시간 경과에 따른 생산변경의 움직임에 대한 정보를 맘퀴스트 생산성 지수 분석 결과를 통해 제공함으로써 지역별 의료자원의 배분이 지역주민의 건강 수준 변화에 미친 영향 다양한 관점에서 살펴보고자 한다.

Ⅲ. 모델링

1. 분석의 범위 및 데이터 구축

지역별 의료자원의 성과 효율성 분석과 관련하여 본 연구는 통계청에서 제공하고 있는 연령 표준화사망률, 전문의 수, 의사 수, 수술 수, 병상 수, 1인당 지역내총생산 (GRDP: Gross Regional Domestic Product)의 16개 시도별 집계 정보가 시계열로 구축된 자료를 활용하였다. 먼저, 의료자원의 성과적 효율성을 파악하기 위한 산출물로서 본 연구는 연령 표준화사망률을 활용하고자 하는데, 이는 앞서 살펴본 주요 선행연구에서 의료자원의 성과 효율성을 측정하기 위한 수단으로서의 HALO가 우리나라에서는 지역별로 제공되고 있지 않기 때문임과 동시에 상대적으로 구득이 용이하고 객관적인 측정과 판단이 가능하다는 장점을 지니고 있음에 기인한다. 또한 연령 표준화 사망률은 결과지표로서 건강 수준의 개선 등 효과성 측정을 주된 목적으로 하는 것으로 이해할 수 있으며, 대개 효율성 분석에서 사용되는 산출물은 양적 산출지표와 질적 결과지표의 특성을 공히 포함하는 것이 바람직하나, 이를 모두 아우르는 보건 의료 부문의 요소를 찾기가 쉽지 않으며, 실증적 탐색을 위한 자료 구축도 역시 쉽지 않아 산출물로서 연령 표준화 사망률을 적용하였음을 밝힌다.

투입요소로서 고려되는 변수들은 비록 의료자원의 범주가 매우 다양한 현실과 의료 기술 발전 등의 시간적 정합성을 충분히 반영하지는 못한다는 한계점이 존재하고 있기는 하지만, 이는 구득할 수 있는 자료가 부족한 것과 기술적 효율성 분석을 하는 것이 타당한 지 판단하는 모형의 적합 측면을 동시에 고려하였기 때문에 빚어진 것으로 해석할 수 있다. 특히 본 연구를 수행하면서 지속 고민하였던 부분 중 하나는 의료자원 중 기술진보를 대리할 수 있는 변수로서의 고가의료장비는 시도별 집계자료를 2012년부터 구득할 수 있어 시계열 길이가 다른 변수에 비해 짧다는 한계점이 있다는 점이었으며, 이에 고가의료장비 변수는 모형 투입에서 제외되었다.

표 1. 자료의 구성

구분	변수	변수의 설명	투입기간(연도)
산출물	연령 표준화사망률 ²⁾	인구구조가 다른 집단 간의 사망 수준을 비교하기 위해 연령구조가 사망률에 미치는 영향을 제거한 사망률로 표준인구는 2005년 주민등록 연령별 연앙인구(남녀전체)를 사용 $\frac{\sum(\text{연령별 사망률} \times \text{표준인구의 연령별 인구})}{\text{표준인구}} \times 100,000$	
	전문의 수	연도말 기준 시도별 주민등록인구 1000명 당 전문과목별(총 26개) 전문의 수	
투입요소	의사 수	연도말 기준 시도별 주민등록인구 1,000명 당 면허의사 수	2006~2013
	수술 수	OECD 기준 통계작성이 요구되는 33개 중의 수술 중 한 해 동안 의료기관에서 급여비를 청구한 수술 중 대상	
	병상 수	시도별 모든 의료기관(종합병원, 병원, 치과병원, 한방병원, 요양병원, 의원, 치과의원, 한의원, 조산원)의 총 병상 수	
통제변수	1인당 지역내 총생산(GRDP)	각 지역의 얼마만큼의 부가가치가 발생했는가를 생산측면에서 집계하여 지역 인구수로 나눈 1인당 연간 생산액을 의미	

- 주: 1) 변수의 설명은 통계청 국가지표 체계의 설명을 기술하였음.
 2) 분석결과 해석의 편의 및 모형의 적용에 대한 이론적 정합성을 위해 인구 1,000명 당 사망자 수의 역수를 산출물로 투입하였음.
 3) 맘퀴스트 생산성 지수 분석의 경우 1인당 지역내총생산을 투입물로 고려하지 않음.

2. 분석방법

지역별 전문의, 수술, 병상 결합 및 지역의 경제력 변수가 복합적으로 작용하는 경우, 연령표준화사망률로 대리되는 건강 수준은 어떻게 변화할 것인지, 그리고 각 지역별 이들 결합의 기술적 효율성은 어떻게 나타나는지 판단하기 위해 본 연구에서는 패널회귀모형(Panel Regression)과 패널확률변경분석모형(Panel Stochastic Frontier Analysis), 맘퀴스트 생산성 지수(Malmquist Productivity Index; MPI)를 적용한다. 패널회귀모형(부록 1)은 직관적이고 계량적으로 투입요소인 의료자원의 영향력을 확인하고자 하며, 패널확률변경분석모형 및 맘퀴스트 생산성 지수는 패널자료(panel data)로 구성된 본 연구의 분석대상에 대하여 의료자원 투입물 대비 건강수준 향상이라는 생산성을 파

약하여 기술적인 측면에서의 효율성을 판단하고자 함이다. 본 연구에서 적용되는 확률
변경분석모형은 다음과 같이 정리된다.

$$y = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{jit} + v - su_{it}$$

y_{it} : 산출물((1/연령표준화사망률)*100)의 자연로그값

x_{jit} : 투입물((1)전문의, 수술, 병상 / (2) 의사, 수술, 병상 각각의) 자연로그값

v_{it} : 확률 오차(random error)의 표준편차

s_{it} : 생산함수에서의 기술적 비효율성($s=1^1$)

note: 하첨자 i 는 16개 개별 시도를, j 는 분석기간, 즉 2006년부터 2013년까지 각
년도를 의미함.

이때, 본 모형의 오차항은 패널 형태의 자료 구조에서 특이하게 나타나는 주요 특성이
므로, 오차항의 구조를 분석할 필요가 있다. 일반적으로 시변(time-varying) 패널 효과를
뜻하는 오차항은 모형이 시변인지 시불변인지의 여부에 따라 모형 전체에서 자리잡는
특성이 달라지기 때문에, 이에 효율성을 추정하는 매커니즘도 달라지게 된다. 따라서
본 모형에서의 시변(time-varying) 패널 효과를 뜻하는 오차항은 다음과 같이 모형 내
다른 공변량과 서로 독립적으로 분포하는 특징을 띠고 있다. ²⁾

$$\mu = \mu_i$$

$$\mu_i \sim N^+(\mu, \sigma_u^2)$$

$$\mu \sim N^+(0, \sigma_u^2)$$

다음으로, 비모수적 생산성 평가 방법론인 맘퀴스트 생산성 지수(MPI)는 다음과 같이
제시된다. 아래의 식은 시점 t 와 시점 $t+1$ 간의 생산성 변화 계산식이며, 생산성 변화
는 거리함수(distance function)의 개념을 사용해 정의된다.

1) $s=-1$ 일 경우, 비용함수에서의 기술적 비효율성을 의미함.

2) 그러나 본 연구에서는 시불변(time-invariant) 모형을 적용하여 분석을 수행하였고, 시변 마모 모형
(time-varying decay model)의 분석결과를 도출되지 않았음.

$$\begin{aligned}
 & MPI(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) \\
 &= \left[\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \right] \times \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{0.5} \\
 &= EC \times TC \\
 EC &= \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \\
 TC &= \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \cdot \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{0.5}
 \end{aligned}$$

$D^t(x^t, y^t)$, $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$: t 기($t+1$ 기)의 생산활동을 t 기($t+1$ 기)의 생산변경을 기준으로 측정된 거리함수

$D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$, $D^{t+1}(x^t, y^t)$: $t+1$ 기(t 기)의 생산활동을 t 기($t+1$ 기)의 생산변경을 기준으로 측정된 거리함수

생산성 변화를 뜻하는 맘퀴스트 생산성 지수(MPI)가 1보다 큰 값으로 측정될 경우, $t+1$ 기의 생산성이 t 기의 생산성보다 높음을 의미하는 것으로 해석한다. 해당 지수가 1보다 작은 값을 측정될 경우는 생산성이 낮아졌음을, 1일 경우는 생산성의 변화가 시점 간 변화가 없었음을 의미한다.

맘퀴스트 생산성 지수(MPI)는 상기한 바와 같이 효율성 변화(EC)와 기술 변화(TC)로 분해 가능하며, 각 지수를 곱해줌으로써 계산된다. 먼저 효율성 변화(EC) 값이 1보다 크게 측정될 경우, 특정 개체가 t 기에서의 생산변경에서보다 $t+1$ 기에서의 생산변경에 더 가까워졌음을 의미한다. 기술 변화(TC)의 값이 1보다 크게 측정될 경우, 전기(t)에 비해 후기($t+1$)에서 생산변경이 확장되었음을 의미하는 것으로 해석한다. 이를 조금 더 심도 있게 고찰하면, 먼저 EC는 t 기와 $t+1$ 기 사이에 특정 관측치가 이전 시점에 비해 생산변경으로부터 더 멀어지게 되었는지 혹은 가까워지게 되었는지를 표현하는 값으로, 현실적으로는 추격효과(catching-up effect)를, TC는 생산변경의 확대(또는 축소)된 폭을 측정하는 것으로, 확대될 경우 동일한 투입수준으로 더 많은 산출을 생산할 수 있는 가능성이 높아짐을 각각 나타내는 것으로 해석할 수 있는 것이다(이정동, 오정현, 2012).

한편, 맘퀴스트 생산성 지수를 적용한 분석에 앞서 이와 관련되어 다음과 같은 몇 가지의 논점을 분명히 언급할 필요가 있다. 첫째, 자료포락분석(DEA: Data Envelopment Analysis)에 기반을 둔 맘퀴스트 생산성 지수에서의 생산변경이라는 단어는 효율경계(Efficiency Frontier)라고 불리기도 하나, 본 논문의 경우 SFA의 분석 결과 역시 내포하고 있어 내용 간의 통일성을 위해 생산변경(또는 생산가능집합)을 사용하고자 하였다. 둘째, 효율성 점수(θ) 측정 시 생산변경에 대한 가정에 따라 각기 다른 모형이 존재하며, 이들은 제안자의 이름을 따 각각 CCR DEA모형 및 BCC DEA모형으로도 불리우는데, 이 둘 간의 차이는 생산변경(또는 효율경계)에 대한 가정에 있다. 먼저, CCR DEA는 불변규모수익(CRS)을, BCC DEA는 가변규모수익(VRS) 가정에 각각 기반을 두고 있는데, 본 연구에서는 일반적으로 활용되는 CRS를 가정하는 MPI 분석 결과를 활용하고자 하였다. 이는 SFA 분석 결과와의 비교가 용이하다고 판단함에 기인한다. 셋째, 분석에 활용되는 투입 및 산출요소에 대한 가정에 따라 투입기준(Input-Oriented)과 산출기준(Output-Oriented) 분석으로 구분되는데, 투입기준의 경우 산출 수준을 고정시킨 채 투입을 최소화할 수 있는 비율로서 효율성을 정의하는 반면, 산출기준의 경우, 투입 수준을 고정시킨 채 산출을 최대한 늘릴 수 있는 비율로서 효율성을 정의한다. 이때 비록 연구 주제와 연구자의 의도 등에 따라 그 가정을 달리하여 실증분석을 수행하는데, 각 가정에 따라 측정되는 생산성 지수 및 효율성 점수는 서로 역수의 관계에 있으므로(Coelli et al., 2005), 분석 결과 기술의 편의를 위해 투입기준 모형의 분석 결과를 바탕으로 작성하고자 하였다.

IV. 분석결과

1. 기술통계량

본 연구의 분석에 투입된 데이터는 본래 각기 구득 시점이 각기 달라 관측치의 개수는 일정하지 않았으나, 패널회귀모형과 패널확률프론티어모형, 맘퀴스트 생산성 지수 분석의 경우 분석의 일관성을 도모하기 위해 모든 자료의 구득 기간을 동일하게 하여 2006

년~2013년까지의 자료를 실증분석에서 사용하였다.

아울러 분석의 편의를 위해 연령표준화사망률을 100으로 나눈, 즉 인구 천 명당 사망자 수는 평균 4.86명이며, 지역 간보다는 지역 내 시계열 간 더 큰 편차를 보이는 것으로 나타났다. 또한 인구 천 명 당 의사 수, 전문의 수는 각각 2.27명, 1.18명이며, 이들 변수는 앞서 살펴본 연령표준화사망률과는 다르게 지역 간 편차가 시계열 내 편차보다 더 큰 것을 확인할 수 있다. 이러한 양상은 병상 수와 수술 수에서도 마찬가지였다. 특히 병상 수는 지역 간 편차가 약 10배(21.96/2.198)인 것으로 분석되었다.

표 2. 변수의 기술통계량

변수	변수	구분	평균	표준편차	최솟값	최댓값	관측치
산출물	연령 표준화 사망률	overall	4.8644	.8789	3.143	7.003	128
		between		.3501	4.0460	5.2262	16
		within		.8106	3.484	6.6411	8
투입요소	의사	overall	2.2685	.5161	1.53	3.89	128
		between		.4878	1.741	3.414	16
		within		.2047	1.715	2.7445	8
투입요소	전문의	overall	1.1836	.2665	.7938	2.0315	128
		between		.2271	.9643	1.6669	16
		within		.1497	.8150	1.5482	8
투입요소	병상 수	overall	7.8741	4.1070	2.1981	21.96	128
		between		1.5198	5.0934	10.03	16
		within		3.8285	0.8121	20.38	8
투입요소	수술 수	overall	3.2410	0.3542	2.5825	4.4123	128
		between		0.2447	0.8661	3.6444	16
		within		0.2625	2.6443	4.0090	8
통제변수	1인당 GRDP	overall	14.1425	10.4349	1.5263	63.2964	128
		between		7.9938	8.8861	43.0464	16
		within		8.3375	-5.1074	45.5565	8

2. 패널확률변경분석모형 분석결과

먼저 패널확률변경분석모형을 적용한 분석결과를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 본 모형의 기술적 효율성은 생산함수의 형태가 기반이 되어, 이를 바탕으로 측정하기 때문에 본 연구와 같이 의료자원인 투입요소를 투입하였을 경우 감소하는 산출물인 연령표준화 사망률은 합리적인 기술적 효율성 측정이 어렵다고 판단하였다. 따라서, 분석의 편의상 이의 역수에 자연로그를 취한 값에 100을 곱한 값을 산출물로 적용하였다. 즉, 의료 자원이 투입될 경우 연령표준화사망률이 감소하는 변화가 새로운 산출물이라는 산출물의 증가로서 나타나, 이의 효율성을 측정하는 구조를 띠고 있다. 따라서 패널확률변경분석모형 상에서 각 의료자원이 연령표준화사망률에 미치는 영향력 탄력성 크기는 나타난 계수 값의 역수에 100을 곱한 값으로 해석하여야 할 것이다.

분석결과를 살펴보면, 1) 의사-수술-병상의 선형결합, 2) 전문의-수술-병상의 선형결합 모두 효율성 차이에 따른 변이가 매우 큰 것으로 나타났는데($\gamma=0.95$ 이상), 이는 변화의 95%가 각 지역별 의료자원 결합의 효율성 차이에 기인한 것으로 해석할 수 있다. 또한 병상 수를 제외하고는 모든 변수가 통계적으로 유의하였으며, 양의 부호를 보이고 있음에 따라, 새로운 산출물로서 정의된 연령표준화사망률의 역수, 즉 산출물을 산출하는 데 기여하고 있음을 확인할 수 있다.

구체적인 영향력을 살펴보면, 1)의 결합에서 의사 수가 1%가 증가할 때 연령표준화 사망률은 약 0.4755% 감소하는 것으로 나타났다. 다른 변수들의 영향력을 살펴볼 경우에도 모두 연령표준화사망률을 감소시키는 것으로 나타났는데, 연령표준화사망률의 수술 탄력성은 약 -0.0798%, 병상 탄력성은 약 -0.0448%, 1인당 GRDP 탄력성은 약 -0.2193%인 것으로 나타났다. 2)의 결합의 경우, 연령표준화사망률의 투입요소 탄력성은 전문의의 경우 -0.4636%이며, 수술, 병상, 1인당 GRDP는 각각 -0.0686%, -0.0287%, 0.1956%인 것으로 분석되었다. 부록 1에 제시한 패널회귀모형과도 모든 변수의 영향력의 상대적 크기는 유사한 것으로 나타나 변수의 강건성(robustness)은 비교적 유지되었다고 말할 수 있다. 또한 패널확률변경분석을 적용하여 효율성을 분석하였을 경우 궁극적으로 시도별 효율성 추이를 제시하여야 함에도, 본 연구에서는 투입요소 시변 마모 모형(time-varying decay model)의 경우 분석결과가 도출되지 않았다. 따라서 추가적으로 맘퀴스트 생산성 지수 분석을 바탕으로 효율성 변화의 추이를 판단

하고자 하였다.

표 3. 의사, 수술, 병상, 1인당 GRDP/ 전문의, 수술, 병상, 1인당 GRDP 투입에 대한 패널 확률프론티어모형 분석결과

산출물: ln(연령표준화사망률 역수)*100	Model 1-3	Model 2-3
	β (s.e)	β (s.e)
ln(의사)	47.5551*** (6.2015)	
ln(전문의)		46.3641*** (5.8607)
ln(수술)	7.9822** (3.5235)	6.8586* (3.5597)
ln(병상)	4.4898 (3.0323)	2.8737 (3.1104)
ln(1인당 GRDP)	21.9291*** (2.9701)	19.5565*** (10.5574)
상수항	-709.3374*** (6.1001)	-670.1146*** (10.5574)
$1/\mu$	22.3608*** (4.0104)	18.2793*** (3.5687)
$1/\ln\sigma^2$	4.7155*** (.4092)	4.5051*** (.4440)
$1/\ln\gamma$	3.2575*** (.4475)	3.0314*** (.4897)
σ^2	111.6649	90.4801 (40.1731)
γ	.9629	.9539 (0.0215)
σ_u^2	107.5269	86.3156 (40.1916)
σ_v^2	4.1380	4.1645 (0.5594)

주: 1. *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 각각 통계적으로 유의함을 의미
 2. 투입요소 시변 마모 모형(time-varying decay model)의 경우 분석결과가 도출되지 않았음.

3. 맘퀴스트 생산성 지수 분석결과

앞서 살펴본 패널확률변경분석의 경우 시변 마모 모형(time-varying decay model)의 분석결과가 도출되지 않아 효율성의 시변 효과를 관찰할 수 없었다. 따라서 본 절에서는 맘퀴스트 생산성 지수를 적용하여 시도별, 시기별 의료자원의 효율성을 분석하고자 하였다. 맘퀴스트 생산성 지수의 분석결과를 살펴보기 전에 앞선 모형들과의 차이점을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 맘퀴스트 생산성 지수는 앞선 패널회귀모형 및 패널 확률변경분석모형과는 달리 비모수적 방법론으로, 모형의 특성상 전통적인 계량경제학의 관점에서 흔히 고려하는 변수들 간의 상관관계 등이 분석결과에 어떤 통계적 영향을 미친다고 볼 수 없다(이정동, 오동현, 2012). 이러한 이유로 본 연구에서 통제변수로 활용한 1인당 지역내총생산(GRDP)의 경우 맘퀴스트 생산성 지수 모형에서는 고려하지 않았다³⁾. 또한 분석 및 해석의 편의 상 연령표준화사망률의 역수에 100을 곱한 값을 산출물로 적용하였다.

본 절에서는 맘퀴스트 생산성 지수 분석결과를 크게 두 가지 부분으로 나누어 살펴보았다. 먼저 각 시점별 맘퀴스트 생산성 지수들의 변화율을 살펴봄으로써 연평균 생산성 변화, 분석의 시간적 범위 전반에 걸친 생산성 변화를 살펴보았다. 그 다음 각 지역별로 맘퀴스트 생산성 지수들의 변화율을 살펴봄으로써 각 지역별 연평균 생산성 변화를 비롯한, 전반적인 생산성 변화를 고찰하였다.

먼저 의사, 수술, 병상의 조합을 바탕으로 구축된 첫 번째 연구모형(model 1)의 분석 결과를 살펴보면 연평균 생산성은 약 0.44% 향상되었으며, 2006년부터 2013년 사이의 생산성은 약 3.09% 향상되었다는 점을 확인할 수 있다. 다음 전문의, 수술, 병상의 조합을 바탕으로 구축된 두 번째 연구모형(model 2)의 분석결과를 살펴보면 연평균 생산성은 주목할 만한 변화가 없었던 것으로, 2006년부터 2013년 사이의 생산성은 아주 미세하게 감소하였다는 것으로 해석할 수 있다. 두 연구 모형 모두 개별 개체의 효율성 변화보다는 생산변경의 이동이 생산성 변화에 큰 영향을 미친 것을 확인할 수 있다. 이는 앞선 패널확률변경분석모형의 결과에서 95%의 효율성 차이가 각 지역별 의료자원 결합에 기인한다는 것과 결부시켜 본다면, 경계이동 효과(frontier shift effect)로 불리는 기술

3) 1인당 지역내총생산의 경우 다른 투입요소(투입물)와 달리 재량적으로(discretionarily) 변화시킬 수 없는 비재량적 투입물로 판단하여 맘퀴스트 생산성 지수 모형에서의 투입물로 고려하지 않음.

표 4. 의사, 수술, 병상/ 전문의, 수술, 병상 투입에 대한 시점별 생산성, 효율성, 기술 변화율의 기하평균값

시점	Model 2-1			Model 2-2		
	PC	EC	TC	PC	EC	TC
2006-2007	0.9886	0.9781	1.0107	0.9873	0.9960	0.9913
2007-2008	1.0075	0.9764	1.0319	1.0035	0.9771	1.0270
2008-2009	0.9829	1.0135	0.9698	0.9862	1.0028	0.9834
2009-2010	1.0071	1.0183	0.9890	0.9971	1.0085	0.9887
2010-2011	1.0294	0.9959	1.0336	1.0262	0.9922	1.0343
2011-2012	0.9859	1.0092	0.9769	0.9775	0.9671	1.0108
2012-2013	1.0303	0.9997	1.0306	1.0231	1.0478	0.9764
2006-2013	1.0044	0.9986	1.0058	1.0000	0.9985	1.0015
누적 곱	1.0309	0.9903	1.0410	0.9999	0.9895	1.0105

변화(TC)가 추격효과(catch-up effect)로 불리는 효율성 변화(EC)보다 전반적인 생산성 변화에 큰 영향을 미쳐왔다는 것을 의미한다.

생산성 변화를 보다 자세히 살펴보기 위한 지역별 맘퀴스트 생산성 지수는 다음의 <표 5>에서 확인할 수 있다. 전반적인 생산성 향상의 폭이 가장 큰 지역은 16개 시도 중 대전광역시로 두 가지 모형에 대해 각각 약 13.61% 및 약 12.96%(연평균 약 1.84% 및 약 1.76%)의 생산성이 향상된 것으로 나타났다. 반면 전반적인 생산성이 가장 큰 폭으로 감소한 지역은 첫 번째 연구 모형의 경우 제주도로, 두 번째 연구 모형의 경우 전라남도도 나타났으며 각각 약 5.92% 및 약 8.14%(연평균 약 0.86% 및 약 1.21%)의 생산성이 감소된 것으로 분석되었다.

표 5. 의사, 수술, 병상/ 전문의, 수술, 병상 투입에 대한 지역별 맘퀴스트 생산성 분석 결과

시점	Model 2-1			Model 2-2		
	PC	EC	TC	PC	EC	TC
서울특별시	1.0372 (1.0052)	1.0000 (1.0000)	1.0372 (1.0052)	1.0376 (1.0053)	1.0000 (1.0000)	1.0376 (1.0053)
부산광역시	0.9672 (0.9952)	0.8811 (0.9821)	1.0977 (1.0134)	0.9528 (0.9931)	0.8653 (0.9795)	1.1012 (1.0139)
대구광역시	1.0514 (1.0072)	0.9650 (0.9949)	1.0895 (1.0123)	1.0434 (1.0061)	0.9534 (0.9932)	1.0944 (1.0130)
인천광역시	1.0258 (1.0037)	1.0147 (1.0021)	1.0110 (1.0016)	0.9662 (0.9951)	0.9815 (0.9973)	0.9845 (0.9978)
광주광역시	0.9650 (0.9949)	0.8902 (0.9835)	1.0840 (1.0116)	0.9606 (0.9943)	0.8970 (0.9846)	1.0710 (1.0098)
대전광역시	1.1361 (1.0184)	1.0330 (1.0047)	1.0998 (1.0137)	1.1296 (1.0176)	1.0392 (1.0055)	1.0870 (1.0120)
울산광역시	0.9874 (0.9982)	0.9641 (0.9948)	1.0242 (1.0034)	0.9862 (0.9980)	1.0031 (1.0004)	0.9832 (0.9976)
경기도	1.0472 (1.0066)	1.0000 (1.0000)	1.0472 (1.0066)	1.0283 (1.0040)	1.0000 (1.0000)	1.0283 (1.0040)
강원도	1.0969 (1.0133)	1.0541 (1.0076)	1.0407 (1.0057)	1.0420 (1.0059)	1.0532 (1.0074)	0.9893 (0.9985)
충청북도	1.0507 (1.0071)	1.0272 (1.0038)	1.0229 (1.0032)	0.9935 (0.9991)	1.0152 (1.0022)	0.9786 (0.9969)
충청남도	1.0788 (1.0109)	1.0507 (1.0071)	1.0267 (1.0038)	1.0235 (1.0033)	1.0430 (1.0060)	0.9813 (0.9973)
전라북도	1.0987 (1.0135)	1.0265 (1.0037)	1.0704 (1.0098)	1.0175 (1.0025)	1.0375 (1.0053)	0.9807 (0.9972)
전라남도	0.9622 (0.9945)	0.9364 (0.9907)	1.0275 (1.0039)	0.9186 (0.9879)	0.9296 (0.9896)	0.9882 (0.9983)
경상북도	1.0573 (1.0080)	1.0326 (1.0046)	1.0239 (1.0034)	0.9954 (0.9993)	1.0154 (1.0022)	0.9803 (0.9972)
경상남도	1.0148 (1.0021)	0.9909 (0.9987)	1.0242 (1.0034)	0.9994 (0.9999)	1.0211 (1.0030)	0.9787 (0.9969)
제주도	0.9408 (0.9913)	1.0000 (1.0000)	0.9408 (0.9913)	0.9233 (0.9887)	1.0000 (1.0000)	0.9233 (0.9887)

주1: 괄호 안의 값은 각 지역별 맘퀴스트 생산성 지수들의 기하평균값을 의미함.

지역별 분석 결과를 바탕으로 어떠한 지역이 생산변경의 확장을 주도했는지, 어떠한 지역에서 추격효과가 크게 나타났는지 살펴보기 위해 표 6의 지역별 기술 변화(TC)와

효율성 변화(EC) 지수에 초점을 두면 다음과 같이 해석이 가능하다. 먼저 기술 변화(TC)의 값이 큰 지역은 첫 번째 연구 모형에서는 대전광역시, 부산광역시, 대구광역시의 순으로, 두 번째 연구 모형에서는 부산광역시, 대구광역시, 대전광역시의 순으로 높았다. 이는 곧 해당 지역들이 생산변경의 확장을 주도하였다는 것으로 해석할 수 있다. 반면 효율성 변화(EC)의 값이 큰 지역에 대해 두 가지 연구 모형 모두에서 강원도, 충청남도, 대전광역시의 순으로 높은 것을 확인할 수 있다. 이는 곧 해당 지역들이 주어진 의료자원을 효율적으로 사용해 추격(catch-up)에 근거한 지역민 건강 수준의 향상을 이루었다고 해석할 수 있다.

기술 변화의 값이 큰 지역들과 효율성 변화의 값이 큰 지역들을 다시 한 번 살펴보면, 생산변경의 이동을 주도한 지역들은 주로 광역시였던 반면 추격효과가 있었던 지역들은 주로 도 단위의 지역들이었다. 이는 곧 서로 다른 집단에 속한 지역들의 생산성이 속한 집단에 따라 다를 가능성이 있다는 것을 의미하기도 한다. 이에 전국 16개 시도의 맘퀴스트 생산성 지수 분석 결과 값들을 행정구역상의 기준을 바탕으로 분류하여 각 집단 간 생산성 차이에 대해 관찰하고자 하였으며, 이는 <표 6>에서 확인할 수 있다.

표 6. 지역 분류별 맘퀴스트 생산성 지수 기하평균값

분류 기준	Model 2-1			Model 2-2			
	PC	EC	TC	PC	EC	TC	
시도	광역시	1.0228	0.9624	1.0627	1.0093	0.9610	1.0502
	도	1.0372	1.0126	1.0244	0.9926	1.0122	0.9806

시도 단위로 분류한 집단별 생산성 지수들을 살펴보면 연구 모형별로 수치상 차이가 있으나, 효율성 변화(EC)와 기술 변화(TC)의 경향은 유사한 것을 확인할 수 있다. 전반적인 효율성 변화 값은 광역시로 분류된 지역들이 도 단위로 분류된 지역들에 비해 작은 반면, 전반적인 기술 변화의 값은 반대로 광역시로 분류된 지역들이 도 단위로 분류된 지역들에 비해 크다. 이는 곧 광역시에 해당하는 지역들이 생산변경의 이동을 주도하고, 생산변경 이동효과가 도 단위 지역들보다는 광역시 지역들에 더 크게 작용한다는 것을 의미한다. 반면, 도 단위 지역들에서는 생산변경 이동효과보다는 추격효과(catch-up effect)에 근거해 지역주민의 건강 수준 향상을 이루었다고 해석할 수 있다.

V. 결론

1. 연구 요약

지금까지의 보건의료 부문의 효율성을 분석한 연구들이 주로 병원 방문 횟수, 진료비 등의 운영 측면에서의 정량적 실적에 바탕을 두고 있어, 수요 관점에서의 의료기관 운영 성과 측면의 효율성만을 관찰하였다는 한계점을 노정하고 있다. 이에 본 연구는 의료 자원 공급 및 제공의 최종적 목표라고 할 수 있는 건강 수준의 변화를 의료자원 투입에 대한 생산물로 판단하여 의료자원의 성과 측면에서의 효율성을 실증적으로 관찰하고자 하였다. 이는 의료자원의 본래적 목적인 건강 수준의 향상을 견지하며, 더 나아가 인구 구조 변화 및 의료자원의 양적 팽창, 그리고 이에 따른 의료비 지출 급증의 연쇄적 양상에 따라 보건 의료 부문의 재정적 지속가능성을 판단, 고찰하기 위한 기준으로서의 성과 효율성을 관찰하는 것이 필요함을 인식한 데 기인한다. 건강 수준 향상이라는 의료자원의 성과를 관찰하기 위해 의료자원의 이용 가능성, 접근성 등의 단편적 측면에서 조금 더 나아가 이들의 기술적 효율성이 어떻게 결합되어 있는지 파악한다면, 적어도 의료자원의 공급 측면에서의 지출비용을 조금 더 효과적으로 통제할 수 있다고 판단하였다. 특히 이러한 양상이 지역별로 다르다면, 인구사회학적 특성과 수요 측면 이외에도 기술적 효율성의 정도 차이를 아울러 고려하는 것은 지역별 의료자원 공급 측면의 지출을 더욱 효율적이면서 차등적으로 관리할 수 있을 것이라고 판단하였다. 이에 자료 구축의 가용성에 따라 2006~2013년의 기간 동안 우리나라 16개 시도를 각각 분석의 시·공간적 범위로 설정하고, 지역별 의사, 수술, 병상의 각 의료자원의 영향력과 이들의 기술 변화가 어떻게 이루어지고 있는지 확률변경분석과 맘퀴스트 생산성 지수를 적용하여 실증분석을 수행하였다.

먼저 패널 확률변경분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 생산함수와 모수적 분석에 기반을 둔 확률변경분석의 적용을 위해 건강 수준을 나타내는 연령 표준화 사망률을 그대로 사용하지 않고, 이의 역수에 자연로그를 취한 값에 100을 곱한 값을 산출물로 적용하여 합리적인 기술적 효율성 측정을 도모하고자 하였다. 또한 의사와 전문의는 회귀모형 내에서 매우 큰 공선성 관계를 형성하므로, 이들 두 인적 자원과 각각 수술, 병상의 의료자원 결합을 각각 관찰하였다. 이들 결합은 모두 연령 표준화 사망률 감소라

는 산출물을 증가시키는 데 기여하고 있음과 동시에 효율성 차이에 따른 변이가 95% 이상인 것으로 나타났다. 반면 순차적으로 고려하고자 하였던 시변 마모 모형의 경우 분석결과(해)가 도출되지 않아 추가적으로 맘퀴스트 생산성 지수를 시도별, 연도별로 관찰하여 생산 효율성의 본래적 특성은 어떠한지 파악함과 동시에, 어떻게 변화하는지 시간적 양상을 관찰하고자 하였다. 맘퀴스트 생산성 지수를 적용한 분석은 생산 효율성의 시간적 흐름을 분석하기 위한 목적 이외에도 앞서 적용한 확률경계분석과 같은 모수적 추정 방법론이 최소 하나의 개체가 생산 경계(production frontier)에 위치함을 보장(ensure)하나, 그 경계의 이동(movement)에 대한 정보를 제공해주지 못하는 단점을 지니고 있음에 착안하여, 시간의 흐름에 따른 경계의 이동에 관한 정보를 함께 제공하기 위한 목적도 존재한다.

패널 맘퀴스트 생산성 지수를 적용한 분석결과는 다음과 같다. 앞서 살펴본 1) 의사-수술-병상 2) 전문의-수술-병상의 두 가지의 결합 중 전자는 전반적인 기간의 생산성 변화가 증가한 것으로 나타났다. 아울러 이를 효율성 변화(EC)와 기술 변화(TC)로 분해하여 살펴보면, 두 결합 모두 개별 개체의 효율성 변화보다는 생산변경의 이동이 생산성 변화에 큰 영향을 미친 것을 확인할 수 있다. 즉, 개별적으로는 분석대상 각 지역이 대체로 분석기간 동안에서의 생산 경계로부터 대체로 각 기간의 생산 경계로부터 더 멀어지고 있는 것($EC < 1^{4)}$)으로 나타났으나, 생산 경계의 이동을 의미하는 기술 변화는 전반적으로 증가한 것으로 분석되었다. 경계이동 효과(frontier shift effect)로 불리는 기술변화(TC)가 추격효과(catch-up effect)로 불리는 효율성 변화(EC)보다 전반적인 생산성 변화에 큰 영향을 미쳐왔다는 것을 의미함과 동시에 앞서 살펴본 패널확률프론티어모형 분석결과에서 확인한 바와 같이 95%의 효율성 차이가 각 지역별 의료자원 결합에 기인한다는 것과도 그 궤를 같이 하는 것으로 해석할 수 있다. 또한 기술 변화와 효율성 변화가 크게 나타난 지역의 분석결과를 통해 다음과 같은 해석이 가능하다. 즉, 주로 광역시 지역은 기술 변화와 같이 생산 경계의 이동을 주도함을 바탕으로, 대체적으로 도 단위의 지역은 효율성 변화와 같은 추격효과를 바탕으로 각 지역의 연령 표준화 사망률을 감소시키는 성과를 보였다는 것이다.

4) EC 가 1보다 작다는 것은, t 기에 비해 $t+1$ 기에서 생산 경계로부터 더 멀어지게 되었음을 뜻함.

2. 정책 함의 및 한계점

앞서 살펴본 본 연구의 분석결과는 동일한 의료 자원의 결합과 이의 결과적 산물인 건강 수준의 향상이 지역에 따라 다를 수 있음을 시사하고 있다. 특히 맘퀴스트 생산성 지수 방법을 적용한 생산성 향상과 관련해 중요한 정책적 시사점을 제공하는데, 생산성 변화(PC)의 값이 1보다 작은, 즉 생산성 악화가 효율성 변화(EC)에 기인하고 있다면 이는 곧 주어진 의료자원을 효율적으로 쓰지 못하고 있다는 것으로 의료자원 활용 개선과 관련된 정책 및 전략방안에 대한 검토가 필요하다고 할 수 있다. 반대로 생산성 악화(또는 감소)가 기술 변화(TC)에 기인하고 있다면 이는 동일한 투입수준으로 상대적으로 적은 산출물을 생산할 수 있다는 의미로, 생산변경의 확장시킬 수 있는 기술발전을 유도하는 정책을 통해 생산성 향상을 제고시킬 수 있음을 시사한다.

이러한 분석결과를 바탕으로, 의료 자원의 공급을 판단하고 적용하는 다양한 기준에 각 지역별로 다르게 나타나는 성과 효율성을 추가적으로 고려할 수 있음을 제안할 수 있다. 광역시 지역은 생산 경계의 이동(확장)이 주로 나타났으므로, 이들 지역은 동일한 투입 수준으로 더 많은 산출을 생산할 가능성이 높은, 이른바 규모수익의 체증 법칙이 적용될 수 있으므로, 공급 비용이 다소 줄어들 여지가 있는 것으로 판단할 수 있다. 물론 지역의 의료 자원의 공급은 그 지역의 인구사회학적 특성, 재정 부문 등 다른 부문과의 정합성을 충분히 고려하여야 함은 자명하다.

적용 방법 측면에서 기술 변화(TC)를 통해 기술 진보의 정도를 측정할 수 있다고 해석하기도 하는데, 이 부분에 대한 해석에 신중을 기해야 할 필요가 있다. 일반적으로 기술 변화가 일어나려면 상당한 시간이 필요한데 적지 않은 본 연구에서의 맘퀴스트 생산성 지수 분석결과는 t 기와 $t+1$ 기와 같이 두 시점에서의 변화를 직접적으로 기술 변화로 해석하고 있다. 이 짧은 기간 동안 일어나는 생산경계 변화는 인위적인 기술 변화일 수도 있지만, 한편으로는 무작위 요인에 의해 발생했을 가능성이 크다. 이런 무작위 변동을 인위적으로 기술변화로 해석하는 것은 바람직하지 않을 수 있다. 뿐만 아니라 DEA가 생산성의 문제보다는 벤치마킹의 관점에서 이해하는 경우 투입과 산출의 인과관계가 명확히 정의되지 않은 경우가 많은데, 고길곤(2017)은 이 경우에도 과연 생산경계의 변화를 기술 변화로 이해해야 되는지 의문점을 제시하였다(고길곤, 2017). Emrouznejad와 Ho(2012), 유금록 (2013)은 이를 기술변화(technical change /

progress)라고 부르는 반면, Cooper, Seiford, Tone(2007)은 경계이동이라는 용어를 사용하고 있다. 지금까지의 논의를 바탕으로 본 연구에서는 맘퀴스트 생산성 지수 중 하나인 기술 변화(TC)에 대한 표현은 유지하되, TC에 대한 해석의 경우 '기술 진보'라는 단어 대신 '생산경계의 변화'라는 용어를 사용하였음을 밝힌다.

임상적 산출 생산인 연령표준화사망률의 감소와 생산 요소는 서로 연관되어 있다는 점에서 전통적인 최소자승법(OLS)에 의한 생산함수 추정방식은 내생성(endogeneity)를 내포하고 있다. 이에 본 연구는 경제적 상황 및 여건에서만 관측 가능하고 분석에 있어서 관측 가능하지 않은, 가령 생산성의 감소로 인한 의사나 병상의 투입과 같은 내생성을 통제하고자 하였으나 확률변경모형을 적용함에 있어 생산함수의 형태를 견지함과 동시에 고정효과 모형에서 오차항을 상수항으로 취급하여 내생성을 통제하는 것이 현실적으로 양립 불가능하고, Olley와 Pakes(1996)이 제시한 바와 같이 시간에 따라 변하는 관측 불가능한 생산성의 대리 변수를 사용하는 방법(배찬권 등, 2015 재인용)이나 시차 변수를 적용하는 방법이 있으나 이를 적용하지 못한 것은 한계가 있으므로, 본 연구의 추정치를 해석함에 있어 이러한 내생성이 명확히 통제되지 않았음에 주의를 요한다고 할 것이다.

본 연구는 연령 표준화 사망률에 영향을 미치는 요인으로서 의료 자원이라는 공급자의 특징을 중심으로 분석을 수행한 바 있는데, 환자의 의료 이용 역시 연령 표준화 사망률에 영향을 주는 특성으로 이해할 수 있다. 이에 의료 이용을 측정할 수 있는 내원일수, 요양급여비를 추가적으로 통제할 필요가 있는 바, 본 연구는 의료 자원의 성과 효율성에 초점을 두고, 순수하게 의료 자원이 임상적 성과에 미치는 효과를 관찰하는 데 주 목적을 견지하였으므로, 이를 고려하지 못한 한계점이 존재한다. 또한 맘퀴스트 생산성지수를 사용하여 생산성변화와 효율성변화, 기술변화를 분석할 부분에서도 1인당 지역내총생산과 같은 환경변수를 통제하거나, 생산성변화와 효율성변화, 기술변화가 광역시와 도 간에 차이가 유의하게 발생하고 있는지 살펴보는 것은 지역 간 변화의 추동 요인의 차이를 정교하게 관찰한다는 점에서 중요한 의미를 가진다고 할 수 있다.

마지막으로 사회경제적 환경을 반영할 수 있는 변수는 다양하게 존재하고 있으나 1인당 지역내 총생산(GRDP)만을 활용한 점 역시 연구의 한계로 지적될 수 있다. 이와 유사한 맥락에서 산출물에 영향을 주는 유의한 독립변수가 있을 수 있는 개연성을 고려하지 않고, 의료자원 변수로만 독립변수를 구성하여 실증분석한 결과는 편의(bias)을

야기할 가능성이 다분하다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 본 연구는 의료 자원 (결합)에 대한 임상적 성과 효율성에 초점을 두어 이를 실증적으로 관찰하는 데 주안점을 두었고, 본 연구의 방향이 운영 효율성이 아닌 성과 효율성을 다루는 탐색적 시도로서, 효율성을 측정하는 다른 관점을 제시한다는 성격이 있으므로, 이러한 한계점 역시 추후 연구에서 정교하게 보완될 필요가 있다.

의료자원의 효율성을 실증적으로 관찰한 지금까지의 선행연구가 거의 의료기관의 운영 측면에서 진료 실적, 방문자 수 등의 정량적 실적에 바탕을 둔 수요 측면에 주안점을 둔 성격을 띠고 있음에 착안하여 이를 보완함과 동시에 의료자원의 본래적 목적을 견지하여 본 연구에서는 지역별 의료자원의 성과 측면에 주목하여 확률변경분석과 맘퀴스트 생산성 지수를 사용하여 지역별 의료자원의 성과 측면을 고찰하였다. 이는 의료자원의 최종적 목표인 건강성과의 효율성을 다양하게 판단한다는 점에서 그 특징을 찾을 수 있다. 즉, 각 투입요소가 건강 수준에 미치는 영향을 계량적이고 보다 심도 있게 고찰할 수 있다. 더 나아가 이러한 결과를 바탕으로 각 지역별 의료 자원의 성과적 효율성이 어떻게 나타나고 있는지 파악할 수 있으며, 이를 바탕으로 공급 측면의 비용 절감을 위한 정책 방향을 제시할 수 있다는 점에서 본 연구의 의의가 있다고 할 것이다.

장인수는 서울대학교에서 경제학 석사학위를 받았으며, 현재 한국보건사회연구원 전문연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 계량경제, 통계분석방법론이다.

(E-mail: sescis@kihasa.re.kr)

권대영은 서울대학교에서 경제학 석사학위를 받았으며, 현재 서울대학교 농경제사회학부 박사과정을 수료하였다. 주요 관심분야는 지역/후생/교통경제학, 계량분석방법론이다

(E-mail: tonykwon@snu.ac.kr)

김홍석은 미국 New York University에서 경제학 석사학위를, Cornell University에서 지역경제학 박사학위를 받았으며, 현재 서울대학교 농경제사회학부 지역정보전공 교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 지속가능한 개발 및 계획, 지역/환경경제학이며, 현재 지속가능한 개발과 경제정책, 지속가능성 평가를 위한 응용경제모형 등을 연구하고 있다.

(E-mail: briankim66@snu.ac.kr)

참고문헌

- 고길곤. (2017). 효율성 분석이론: 자료포락분석과 확률변경분석. 고양: 문우사.
- 김철민. (2009). 일차의료에서 보건경제학과 성과분석. *Korean Journal of Family Medicine*, 30(8), pp.577-587.
- 박경돈. (2012). 의료이용의 지역적 불균형에 대한 연구 - 공간중속성을 중심으로. *한국정책학회보*, 21(3), pp.388-415.
- 박경애. (2003). 시도의 사망원인별 사망률. *한국인구학*, 26(2), pp.1-32.
- 박노경. (2010). 확률프론티어분석을 통한 국내컨테이너 터미널의 효율성 측정방법 소고. *한국항만경제학회지*, 28(4), pp.63-87.
- 박만희. (2008). 효율성과 생산성 분석: 자료포락분석과 Malmquist 생산성분석을 중심으로. 파주: 한국학술정보(주).
- 박선구. (2014). 국내 건설업체의 총요소생산성 및 효율성 분석: SFA와 DEA 추정을 중심으로. 박사학위논문, 한양대학교.
- 박성용, 조은경, 이광수. (2014). 지역 간 의료자원 이용의 효율성 분석. *대한보건연구*, 40(4), pp.107-119.
- 배찬권, 김영귀, 금혜윤. (2015). 국내 제조업 생산성의 결정요인과 수출 간의 관계에 대한 분석. 세종: 대외경제정책연구원.
- 신영석, 사공진, 정형선. (2011). 건강보험 지속가능성 제고 방안 연구. 서울: 한국보건사회연구원.
- 신호성, 박실비아, 오영호, 나백주, 천동환, 채수미. (2008). 공공보건조직의 효율성 분석 및 운영 합리화 방안 - 보건소를 중심으로-. 서울: 한국보건사회연구원.
- 양동현, 장영재, 노재확. (2012). 확률변경모형을 이용한 공공병원의 기술적 비효율성 분석. *보건경제와 정책연구*, 18(4), pp.41-64.
- 오영호, 신호성, 이상영, 김진현. (2007). 보건의료 인력자원의 지역별 분포 적정성과 정책 과제. 서울: 한국보건사회연구원.
- 오영호. (2003). 우리나라 보건의료인력 분포와 정책과제. *보건복지포럼*, 75, pp.61-74.
- 오영호. (2008a). GINI계수에 의한 주요 보건의료인력의 지역간 분포 변화. *보건복지포럼*,

- 139, pp.98-110.
- 오영호 (2008b). GIS를 이용한 주요 보건의료인력의 지리적 분포에 대한 연구. 보건복지포럼, 141, pp.59-72.
- 오윤섭, 윤석준. (2015). 국민의료비 추이와 지속가능한 의료정책 방향 - 의료비의 적정 통제 하의 의료의 질 향상 방안-. 서울: 감사원.
- 원구환. (1998). 확률변경생산함수를 이용한 공익사업의 비용효율성 측정: 지방상수도사업의 패널자료를 중심으로. 한국정책학회보, 7(3), pp.287-306.
- 유금록. (2003). 보건소의 생산성 측정: 전라북도를 중심으로. 한국행정학보, 37(4), pp.261-280.
- 유금록. (2009). 확률변경분석을 이용한 공공부문의 효율성 평가. 한국행정학보, 43(4), pp.261-283.
- 유금록. (2010). 공공의료서비스의 효율성 평가: 지방 의료원에 대한 부트스트랩 자료포락분석모형의 적용. 한국사회와 행정연구, 21(2), pp.117-140.
- 유금록. (2013). 비소망산출물모형을 이용한 지방의료원의 경영효율성 및 규모수의 평가. 한국행정학보, 47(4), pp.259-286.
- 이은경. (2013). 건강보험 재정의 지속가능성 제고를 위한 재정당국의 역할. 재정포럼, 2013년 7월호, pp.20-34.
- 이정동, 오동현. (2012). 효율성 분석이론: DEA 자료포락분석법. 서울: ㈜지필미디어.
- 이철희, 황수경. (2015). 의사 공급이 건강성장에 미친 효과: OECD 국가 패널고정효과모형 분석결과. 경제학연구, 63(3), pp.5-34.
- 정정길, 최종원, 이시원, 정종금, 정광호 (2011). 정책학원론. 서울: 대명출판사.
- 정철현. (1998). 행정학개론. 서울: 법문사.
- 조재영, 이광수, 정형선. (2014). 맘퀴스트 생산성 지수를 이용한 지역별 보건의료 생산성 추세 분석(2002-2011). 보건경제와 정책연구, 20(1), pp.63-86.
- 최병호, 남상호 (2010). OECD 국가들의 건강수준 결정요인. 보건행정학회지, 20(1), pp. 1-18.
- 한국생산성본부. (2017). 생산성의 세계. <http://www.kpc.or.kr/Productivity/ProdIlea.as> p에서 2017.3.30. 인출.
- Aigenr, D., Lovell, C. K. & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of

- stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6(1), pp.21-37.
- Asmild, M., Paradi, J. C., Aggarwall, V. & Schaffnit, C. (2004). Combining DEA window analysis with the Malmquist index approach in a study of the Canadian banking industry. *Journal of Productivity Analysis*, 21(1), pp.67-89.
- Bodenheimer, T. & Grumbach, K., (2009). *Understanding Health Policy: a clinical approach*, New York: McGraw-Hill.
- Caves, D. W., Christensen, L. R. & Diewert, W. E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica*, 50(6), pp.1393-1414.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J. & Battese, G. E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, New York: Springer.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, New York: Springer.
- Diaz, M. A. & Sánchez, R. (2008). Firm size and productivity in Spain: a stochastic frontier analysis, *Small Business Economics*, 30(3), pp.315-323.
- Emrouznejad, A. & Ho, W. (2012). *Applied Operations Research with SAS*, Boca Raton: CRC Press.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B., & Roos, P. (1994). Productivity developments in Swedish hospitals: a Malmquist output index approach. In Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. & Seiford, L. M. (eds.). *Data envelopment analysis: theory, methodology, and applications*. (pp.253-272). New York: Springer.
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. & Zhang, Z. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *American Economic Review*, 84(1), pp.66-83.
- Folland, S., Goodman, A. C. & Stano, M. (2010). *The Economics of Health and Health care*. Boston: Prentice Hall.

- Goudarzi, R., Pourreza, A., Shokoohi, M. Askari, R. Mahdavi, M. & Moghri, J. (2014). Technical efficiency of teaching hospitals in Iran: the use of stochastic frontier analysis, 1999-2011. *International Journal of Health Policy Management*, 3(2), pp.91-97.
- Heimeshoff, M., Schreyögg, J. & Kwietniewski, L. (2014). Cost and technical efficiency of physician practices: a stochastic frontier approach using panel data. *Health Care Management Science*, 17(2), pp.150-161.
- Hollingsworth, B. & Wildman, J. (2003). The efficiency of health production: re-estimating the WHO panel data using parametric and non-parametric approaches to provide additional information. *Health Economics*, 12(6), pp.493-504.
- Izon, G. M. & Pardini, C. A. (2015). A stochastic frontier analysis of california safety-net hospital cost inefficiency through the great recession. *Journal of Health Care Finance*, 42(2), pp.1-21.
- Kang, M. S., Jang, H. S., Lee, M. & Park, E. C. (2012). Sustainability of Korean National Health Insurance. *Journal of Korean Medical Science*, 27(Suppl), pp.S21-S24.
- Karpa, W., & Leśniowska, J. (2014). Efficiency of health care systems: stochastic frontier analysis including innovation component, Prace Naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie. *Pragmata Tes Oikonomias*, 8, pp.159-167.
- Lopez-Casasnovas, G., Costa-Font, J. & Planas, I. (2005). Diversity and regional inequalities in the Spanish 'system of health care services'. *Health Economics*, 14(S1), pp.S221-S235.
- Lugo Palacios, D. (2016). *Analysis of the effectiveness of primary care services and of hospital efficiency in the Mexican health care system*. Doctor of Philosophy, Department of health services research and policy, University of London.
- Marmot, M. (2005). Social determinants of health inequalities. *The Lancet*, 365(9464), pp.1099-1104.
- Mendeiros, J. & Schwierz, C. (2015). *Efficiency estimates of health care systems*.

Directorate General Economic and Financial Affairs (DG ECFIN), European Commission.

- Mutter, R. & Rosko, M. (2009), Using Stochastic Frontier Analysis to Measure Hospital Inefficiency (Text Version). *September 2009. Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) 2009 conference.*
- Ogloblin, C. (2011). Health care efficiency across countries: a stochastic frontier analysis. *Applied Econometrics and International Development*, 11(1), pp.5-14.
- Pires, J. O. & Garcia, F. (2012). Productivity of nations: A stochastic frontier approach to TFP decomposition. *Economic Research International*, 2012, pp.1-19.
- Thomson, S., Foubister, T., Figueras, J., Kutzin, J., Permanand, G. & Bryndová, L. (2009). *Addressing financial sustainability in health systems*. The Health Evidence Network, Policy Summary 1.
- Zhang, X. & Kanbur, R. (2005). Spatial inequality in education and health care in China. *China Economic Review*, 16(2), pp.189-204.

부록

패널회귀모형 분석결과: 고정효과모형과 확률효과모형

산출물로서의 연령표준화사망률에 대하여 의사, 수술, 병상/전문의, 수술, 병상 조합으로 의료자원 투입요소의 영향력을 확인한 결과는 부표 1에서 확인할 수 있다. 즉, 모든 투입요소는 연령표준화사망률을 감소, 건강수준을 증가시키는 것으로 분석되었으며, 영향력이 가장 큰 변수는 전문의, 의사, 수술, 병상 순으로 나타났다. 통제변수로 투입한 1인당 GRDP 역시 연령표준화사망률을 감소시키는 것으로 나타났으며, 이를 통제하였을 경우 다른 투입요소의 영향력이 미세하게 감소하는 것으로 나타났다.

대표적인 의료자원이라고 할 수 있는 전문의와 의사 수는 다른 투입요소에 비해 연령표준화사망률을 크게 감소시키는 것으로 나타났는데, 이러한 분석결과와 그 궤를 같이 하는 것으로, 의사는 지역의 건강 수준을 향상시키는 데 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다.

패널고정효과모형과 확률효과모형 간 종속변수에 대한 각 독립변수의 영향력의 방향은 동일하였으나, 영향력의 정도에 있어서는 다소 차이가 나타났다. 하우스만 검정(hausman test)을 통해 1%의 통계적 유의도에서 패널고정효과모형을 적용한 분석결과가 더 효율적인 것으로 판단하였다.

부표 1. 의사, 수술, 병상, 1인당 GRDP / 전문의, 수술, 병상, 1인당 GRDP 투입에 대한 고정효과모형 1 / 확률효과모형 2

산출물: 연령표준화사망률 /100	Model 1-1	Model 1-2	Model 2-1	Model 2-2
	β (s.e)	β (s.e)	β (s.e)	β (s.e)
ln(의사)	-.4445*** (.0780)	-.5063*** (.0467)	-	
ln(전문의)	-	-	-.4065*** (0.0716)	-.5301*** (.0429)
ln(수술)	-.0799** (.0365)	-.1011** (.0469)	-.0725* (0.0369)	-.0811* (.0438)
ln(병상)	-.0551* (.0324)	-.0117 (.0317)	-.0476 (0.0331)	.0187 (.0303)
ln(1인당 GRDP)	-.2299*** .3585	-.2003*** (.0254)	-.2162*** (0.0375)	-.1756*** (.0240)
상수항	2.7496*** (.0701)	2.6254*** (.0558)	2.3914*** (0.1263)	2.1310*** (.0749)
σ_u	.1048	.0352	.0966	.0354
σ_e	.0206	.0206	.0207	.0207
ρ	.9625	.7433	.9561	.7458
F-value	98.63***	-	76.75***	-
Wald $\chi^2(4)$	-	877.82	-	1029.35
R^2	0.9389	0.9373	0.9388	0.9354
Hausman Test	FE모형 채택		FE모형 채택	

주: 1. *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 각각 통계적으로 유의함을 의미
 2. 하우스만 검정(Hausman Test)을 거쳐 고정효과모형이 더 효율적임을 검정하였음.

An Empirical Analysis of Efficiency of Regional Medical Resource

Chang, Insu

(Korea Institute for
Health and Social Affairs)

Kwon, Daeyoung

(Seoul National University)

Kim, Brian H. S.

(Seoul National University)

In order to propose a method to measure the performance of medical resources, this study empirically analyzed the impact of regional medical resource input on age standardized mortality rate through probability frontier analysis. If prior studies so far focused on the operational efficiency of institutions that use medical resources, this study focused on performance efficiency in the macro perspective. As is already well known, the probability frontier method measures the inefficiency of the analysis object in consideration of the error variation, overcoming the disadvantages of the existing data envelope analysis method. In our empirical analysis, we examined 16 metropolitan cities and provinces in Korea for the period 2006-2013, and employed the panel stochastic frontier method and Malmquist Productivity Index Analysis by putting the number of doctors, the number of specialists, the number of beds, the number of operations and the age standardized mortality rate. The result showed that all the medical resources allocated to each region decreased the age-standardized mortality rate. Regional inequality in medical resources distribution should be dealt with in depth from various perspectives. In this respect, the method of applying the stochastic frontier analysis to measure the performance of regional medical resources has the advantage that the inefficiency of each input element can be examined more in depth, and this study is meaningful in this respect.

Keywords: Stochastic Frontier Analysis, Malmquist Productivity Index,
Age Standardized Mortality, Medical Resource, Panel data